- ISITMA
- **HAVA KOŞULLANDIRMA**
- HAVALANDIRMA
- SU ŞARTLANDIRMA
- SU ARITIMI
- ENERJİ
- OTOMATİK KONTROL
- BİNA OTOMASYON

- İŞ YÖNETİMİ VE ORGANİZASYON
- MALİYE / FİNANS
- MÜHENDİSLİK GELİŞTİRME
- PAZARLAMA / SATIŞ
- HALKLA İLİŞKİLER / REKLAM
- EĞİTİM
- AR-GE
- KİŞİSEL GELİŞİM
- ÜRETİM
- İHRACAT / İTHALAT
- MÜŞTERİ HİZMETLERİ
- SERVİS HİZMETLERİ

Alarko Carrier San. ve Tic. A.Ş.
GOSB – Gebze Organize Sanayı Bölgesi
Şahabettin Bilgisu Cad. 41480
Gebze / KOCAELİ
www.alarko-carrier.com.tr
info@alarko-carrier.com.tr

Volkan ARSLAN
Alarko Carrier San. ve Tic. A.Ş.
Ticari Klimalar Ürün Müdürü

ÇATI TİPİ KLİMALARDA SEZONSAL VERİMLİLİK HESAPLAMA YÖNTEMİ

* Yayın Tarihi: Nisan 2017
* Yayınlayan: 12. Ulusal Tesisat Mühendisliği Kongresi İzmir

ÇATI TİPİ KLİMALARDA SEZONSAL VERİMLİLİK HESAPLAMA YÖNTEMİ



Volkan ARSLAN
Ticari Klimalar Ürün Müdürü, Alarko Carrier

1. Giriş

Uzun yıllardır iklimlendirme cihazlarında verimlilik hesapları hep pik yükteki çalışma koşullarındaki şartlarda hesaplanan değerlere göre belirlenmekteydi. Fakat cihazlar yılın çok az bir döneminde bu koşullarda çalışmakta geri kalan dönemde ise o iklim şartlarına göre farklı sıcaklıklarda çalışmaktadır. Bu yüzden verimlilik hesaplarının da cihazın çalışacağı dönemlere göre farklı süre ve sıcaklıklara göre revize edilmesi gerekmektedir. Bu ihtiyaçlar doğrultusunda son zamanlarda cihazların tam yükteki verimleri haricinde sezonsal verimlilik değerleri de müşteriler tarafından sorgulanır olmuştur. Bu makalede çatı tipi klima cihazlarında sezonsal verimlilik hesaplamaları ile ilgili son dönemlerde yürürlüğü giren ve gelecekte yürürlüğe girecek standartlar/regülasyonlar da dikkate alınarak sezonsal verimlilik hesapları anlatılmıştır.

1.1 Çatı Tipi Klima nedir?

Çatı tipi paket klimalar, paket klima cihazlarının bir parçasıdır ve klima santrali ve kondensing cihazını tek bir yapı içerisinde toplayan, soğutma veya ısıtma çevriminin tümüyle aynı ünite içerisinde gerçekleştiği kompakt ve birleşik bir hava koşullandırıcıdır. Bu cihazlar soğutma-ısıtma kontrolü, havalandırma ve havanın temizlenmesini de kapsayan toplam bir iklimlendirme sağlar.

Çatı tipi klimalar, sinema, havalimanı, depo, spor salonu, yemekhane, ibadethane, alışveriş merkezi, konser/tiyatro salonu, süpermarket gibi daha çok büyük hacimli mekanların iklimlendirilmesinde kullanılan paket tipi cihazlardır.

2. Tam Yükte Verim Hesaplama Yöntemi

Çatı tipi klimalarda sezonsal verimlilik hesaplama yöntemini açıklamadan önce tam yükteki verim hesabının nasıl yapıldığını anlamakta fayda bulunmaktadır.

Verim hesabı **EN 14511-2013**: *Mekan ısıtma ve soğutma için elektrikle tahrik edilen kompresör ile çalışan iklimlendirme cihazları, sıvı soğutma paketleri ve ısı pompaları (Air conditioners, liquid chilling packages and heat pumps with electrically driven compressors for space heating and cooling)* standardına göre yapılmaktadır.

$$\mathrm{EER/COP} = \frac{\text{Cihaz NET Kapasitesi (kW)}}{\text{Cihazın Çektiği TOPLAM Güç (kW)}} \qquad (1)$$

Cihaz net kapasitesi, cihazın iç ünite bataryasından elde ettiği kapasiteden soğutma modunda iç ünite fan motoru ısısının çıkarılması, ısıtma modunda ise iç ünite bataryasından elde ettiği kapasiteye iç ünite fan motorunun ısısının eklenmesi ile elde edilen net kapasitedir.

EN 14511 standardına göre tam yükteki verim hesaplamaları için kullanılan sıcaklık değerleri aşağıdaki gibidir.

Tablo 1. Tam yükteki verim hesaplamaları için kullanılacak iç ve dış ortam sıcaklık değerleri.

	İÇ ORTAM		**DIŞ ORTAM**			
	Hava giriş °C		Hava giriş °C		Su °C	
	DB	WB	WB	WB	Giriş	Çıkış
Soğutma	27	19	35	24	30	35
Isıtma	20	15	7	6	20	

3. Lot 21 Ecodesign Regülasyonu – Çatı Tipi Klimalar

Avrupa Birliği ülkelerinde geçerli olan, enerji tüketen veya dolaylı yoldan enerji tüketimine etkisi olan ürünlerin enerji tüketimleri ve çevreye olan etkilerine düzenlemeler getiren 2009/125/EC Direktifi (ErP) bazı ürünler için çoktan yayımlanmış bazıları için son taslak aşamasında bazı ürünler için ise son halini almış ve yayımlanması beklenmektedir. Çatı tipi klimalar Avrupa Birliği Komisyonu'nun 30 Kasım 2016 tarihinde yayımlanan 2016/2281 nolu ve "***air heating products, cooling products, high temperature process chillers, and fan coil units***" adıyla tanımlanan regülasyonunda yer almaktadır. Çatı tipi klima cihazları bu regülasyonda aşağıdaki şekilde tanımlanmıştır.

Rooftop ısı pompası cihazı: havadan havaya ısı pompası, elektrikli bir kompresör ile çalışan, kondenser, kompresör ve evaporatörü tek bir paket cihaz içinde olan. *('rooftop heat pump' means an air-to-air heat pump, driven by an electric compressor, of which the evaporator, compressor and condenser are integrated into a single package)*

Rooftop klima cihazı: havadan havaya klima cihazı, elektrikli bir kompresör ile çalışan, kondenser, kompresör ve evaporatörü tek bir paket cihaz içinde olan. *('rooftop air conditioner' means an air-to-air air conditioner, driven by an electric compressor, of which the evaporator, compressor and condenser are integrated into a single package)*

Ecodesign regülasyonu için rooftop cihazlarında iki aşamalı olarak 2018 ve 2021 yıllarında soğutma ve ısıtma verimlilikleri için aşağıdaki minimum değerler belirlenmiştir.

η_s = Sezonsal mahal enerji verimliliği, %

$\eta_{s,c}$ = Sezonsal mahal soğutma enerji verimliliği, %

$\eta_{s,h}$ = Sezonsal mahal ısıtma enerji verimliliği, %

1 Ocak 2018'den geçerli olmak üzere;

$\eta_{s,c}$ = 117 = Sezonsal mahal soğutma enerji verimliliği, %

$\eta_{s,h}$ = 115 = Sezonsal mahal soğutma enerji verimliliği, %

1 Ocak 2021'den geçerli olmak üzere;

$\eta_{s,c}$ = 138 = Sezonsal mahal soğutma enerji verimliliği, %

$\eta_{s,h}$ = 125 = Sezonsal mahal soğutma enerji verimliliği, %

Ecodesign regülasyonlarını açıklayıcı belge olma özelliği olan Çalışma Dökümanı'nda *(Working Document – Possible requirements for air heating products, cooling products and high temperature process chillers - Transitional Methos)* enerji kaynağı olarak direkt fosil yakıt kullanan ısıtma cihazları

ile fosil yakıtları kullanarak üretilen elektrik enerjisini kullanan ısıtma cihazları için verim hesabında ΣF(i) düzeltme faktörleri kullanılması gerektiğinden bahsedilmiştir.

Resim 1. Kullanılan birincil enerji kaynaklarına göre iklimlendirme cihazları arasındaki ilişki



Çatı tipi klima cihazlarında sezonsal mahal enerji verimliliği ile EN 14825 standardından hesaplanan SEER ve SCOP değerleri arasında aşağıdaki gibi bir ilişki bulunmaktadır.

$$\eta s, cool = \frac{SEER \times 100}{2,5} - \Sigma F(i) \qquad (2)$$

$$\eta s, heat = \frac{SCOP \times 100}{2,5} - \Sigma F(i) \qquad (3)$$

Çatı tipi klima cihazları için fosil yakıttan elektrik tüketimi için enerji kayıp katsayısı *(conversion coefficient*) 2,5 alınmaktadır.

Çatı tipi klima cihazları için düzeltme faktörü % 3 alınacaktır [5].

Formülasyonda 2,5 ve F(i) için % 3 değerleri yerine konduğunda SEER ve SCOP için aranacak **minimum** değerler yıllara göre aşağıdaki şekilde olacaktır.

1 Ocak 2018'den geçerli olmak üzere;

SEER = 3,00

SCOP = 2,95

1 Ocak 2021'den geçerli olmak üzere;

SEER = 3,53

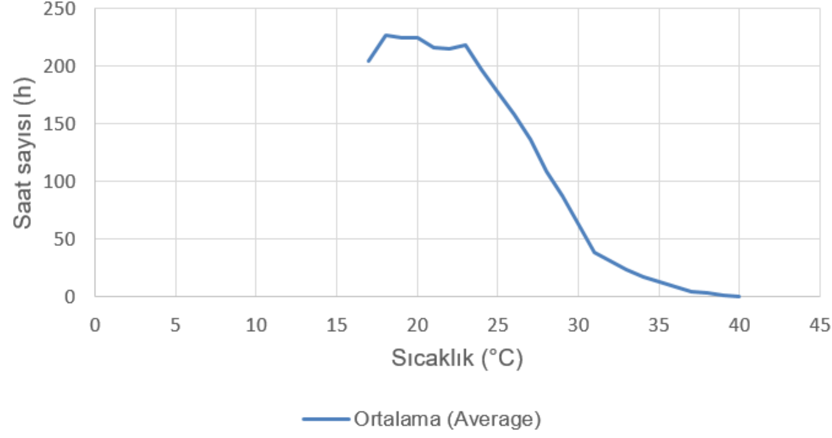
SCOP = 3,20

4. EN 14825 Standardına Göre SEER ve SCOP Değerlerinin Hesaplanması

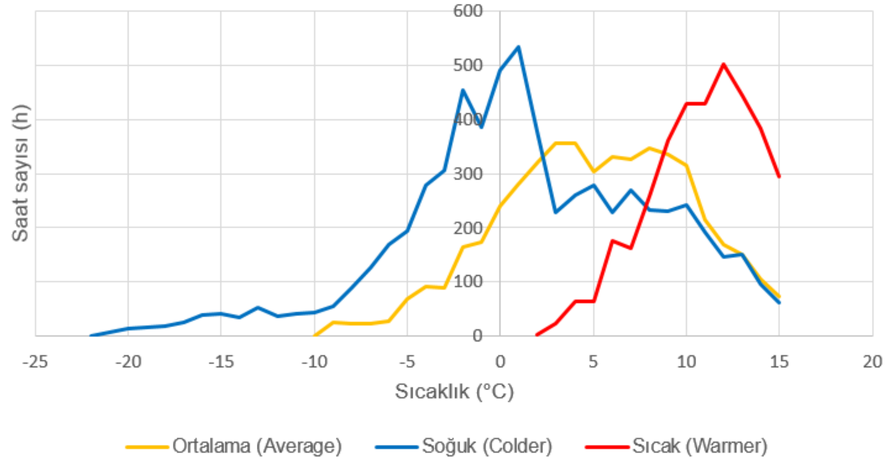
Tam yük ve sezonsal yükteki verim hesaplamaları için üç ana temel fark bulunmaktadır. Bunlar aşağıdaki tabloda özetlenmiştir.

Parametre	Tam Yük Verim Hesabı		Sezonsal Yük Verim Hesabı
Sıcaklık (°C)	35 (°C) / 7 (°C)		Tüm soğutma ve ısıtma sezonu
Yük	100%		Tam yük ve çeşitli kısmi yüklerde
Pasif Konumlar	N/A		Termostat, hazırda bekleme, karter ısıtıcı ve kapalı konumları

Soğutma sezonu hesaplamaları için için tek iklim bölgesi (**Strasbourg / Fransa**) dikkate alınırken ısıtma sezonu için üç farklı iklim bölgesi tanımlanmıştır. (**Strasbourg / Fransa – ortalama; Helsinki / Finlandiya – soğuk; Atina / Yunanistan – sıcak**). Aşağıdaki grafiklerde bu bölgeler için sıcaklıklara göre toplam çalışma saatleri frekansları görülebilir.



Toplam: 2.602 saat



Toplam: 4.910 saat (ortalama); 6.446 saat (soğuk); 3.590 saat (sıcak)

4.1 Soğutma Modunda Kısmi Yük Koşulları

$$\text{SEER} = \frac{\text{Yıllık Soğutma İhtiyacı}}{\text{Yıllık Soğutmada Çekilen Güç} + \text{Yardımcı Konumlarda Çekilen Güç}}$$

Referans SEER/SEERon ve uygulama SEER'in hesaplanma amacı için, aşağıda bahsedilen kısmi yük oranları ve kısmi yük oran eşitlikleri esas alınmalıdır.

Referans SEER ve referans SEERon belirlenmesi için kısmi yük koşulları aşağıdaki tabloda verilmiştir.

Tablo 2. Havadan havaya ünitelerin referans SEER ve referans SEERon hesaplaması için kısmi yük koşulları

	Kısmi yük oranı	Kısmi yük oranı %	Dış ortam hava kuru termometre sıcaklığı °C	İç ortam hava kuru termometre (ıslak termometre) sıcaklıkları °C
A	(35-16)/(Tdesignc -16)	100	35	27(19)
B	(30-16)/(Tdesignc -16)	74	30	27(19)
C	(25-16)/(Tdesignc -16)	47	25	27(19)
D	(20-16)/(Tdesignc -16)	21	20	27(19)

4.2 Isıtma Modunda Kısmi Yük Koşulları

$$\text{SCOP} = \frac{\text{Yıllık Isıtma İhtiyacı}}{\text{Yıllık Isıtmada Çekilen Güç} + \text{Yardımcı Konumlarda Çekilen Güç}}$$

Referans SCOP/SCOPon/SCOPnet ve uygulama SCOP'un hesaplanma amacı için, aşağıda bahsedilen kısmi yük oranları ve kısmi yük oran eşitlikleri esas alınmalıdır.

Dış Ortam Tasarım Sıcaklıkları °C (Tdesignh)		
Soğuk	**Ortalama**	**Sıcak**
-20	-10	2

Referans SCOP ve referans SCOPon'un amacı için, üç referans koşul vardır: ortalama (A), sıcak (W) ve soğuk (C).
İlgili Tdesign h değerleri aşağıdaki gibi tanımlanır:
– Tdesign "ortalama"-10 °C (-11 °C ıslak termometre) dış ortam sıcaklığı ve 20 °C iç ortam sıcaklığında kuru termometre sıcaklık koşulları,
– Tdesign "soğuk"-22 °C (-23 °C ıslak termometre) dış ortam sıcaklığı ve 20 °C iç ortam sıcaklığında kuru termometre sıcaklık koşulları,
– Tdesign "sıcak" +2 °C (1 °C ıslak termometre) dış ortam sıcaklığı ve 20 °C iç ortam sıcaklığında kuru termometre sıcaklık koşulları,

ve ilgili Tbivalent aşağıdaki gibi tanımlanır:
– Ortalama ısıtma mevsimi için, kuru termometre bivalent sıcaklık +2 °C veya daha düşük,
– Soğuk ısıtma mevsimi için, kuru termometre bivalent sıcaklık - 7 °C veya daha düşük,
– Sıcak ısıtma mevsimi için, kuru termometre bivalent sıcaklık +7 °C veya daha düşük.

Referans SCOP ve referans SCOPon'un belirlenmesi için kısmi yük koşulları aşağıdaki tablolarda verilmiştir.

Tablo 3. Referans ısıtma mevsimi "A" = ortalama için havadan havaya ünitelerin referans SCOP, referans SCOPon hesaplaması için kısmi yük koşulları

	A		Dış ortam hava kuru termometre (ıslak termometre) sıcaklıkları °C	İç ortam hava kuru termometre sıcaklığı °C
	Kısmi yük oranı	Kısmi yük oranı %		
A	(-7-16)/(Tdesignh -16)	88	-7(-8)	20
B	(+2-16)/(Tdesignh -16)	54	2(1)	20
C	(+7-16)/(Tdesignh -16)	35	7(6)	20
D	(+12-16)/(Tdesignh -16)	15	12(11)	20
E	(TOL-16)/(Tdesignh -16)		TOL	20
F	(Tbivalent-16)/(Tdesignh -16)		Tbivalent	20

Tablo 4. Referans ısıtma mevsimi "W" = sıcak için havadan havaya ünitelerin referans SCOP, referans SCOPon hesaplaması için kısmi yük koşulları

	W		Dış ortam hava kuru termometre (ıslak termometre) sıcaklıkları °C	İç ortam hava kuru termometre sıcaklığı °C
	Kısmi yük oranı	Kısmi yük oranı %		
A	Uygulanmaz			
B	(+2-16)/(Tdesignh -16)	100	2(1)	20
C	(+7-16)/(Tdesignh -16)	64	7(6)	20
D	(+12-16)/(Tdesignh -16)	29	12(11)	20
E	(TOL-16)/(Tdesignh -16)		TOL	20
F	(Tbivalent-16)/(Tdesignh -16)		Tbivalent	20

Tablo 5. Referans ısıtma mevsimi "C" = soğuk için havadan havaya ünitelerin referans SCOP, referans SCOPon hesaplaması için kısmi yük koşulları

	C		Dış ortam hava kuru termometre (ıslak termometre) sıcaklıkları °C	İç ortam hava kuru termometre sıcaklığı °C
	Kısmi yük oranı	Kısmi yük oranı %		
A	(-7-16)/(Tdesignh -16)	61	-7(-8)	20
B	(+2-16)/(Tdesignh -16)	37	2(1)	20
C	(+7-16)/(Tdesignh -16)	24	7(6)	20
D	(+12-16)/(Tdesignh -16)	11	12(11)	20
E	(TOL-16)/(Tdesignh -16)		TOL	20
F	(Tbivalent-16)/(Tdesignh -16)		Tbivalent	20
G[a]	(-15-16)/(Tdesignh -16)	82	-15	20
[a] Koşul G, TOL'un -20 °C'dan aşağıda olması durumunda uygulanır.				

4.3 Referans SEER ve Referans $SEER_{on}$ için Hesaplama Yöntemleri

4.3.1 Referans SEER'in Hesaplanması için Genel Eşitlik

Referans SEER'in hesaplanması, referans yıllık soğutma talebinin (Q_C) yıllık elektrik tüketimine (Q_{CE}) bölünmesine eşittir:

$$\mathrm{SEER} = \frac{Q_C}{Q_{CE}} \quad (4)$$

4.3.2 Referans Yıllık Soğutma Talebinin (Q_C) Hesaplanması

Referans yıllık soğutma talebi (Q_C), kWh olarak ifade edilir ve aşağıdaki gibi hesaplanabilir:

Soğutma (H_{CE}) için eşdeğer aktif mod saatlerinin sayısı ile tam yük ($P_{designc}$) çarpılır.

$$Q_C = P_{designc} \times H_{CE} \quad (5)$$

H_{CE} değeri Ecodesign 2016/2281'e göre **600 saat** alınmalıdır.

4.3.3 Referans yıllık elektrik tüketiminin (Q_{CE}) hesaplanması

Yıllık elektrik tüketimi, aktif mod, termostat kapalı mod, hazırda bekleme modu, kapalı modu ve karter ısıtıcı modu boyunca güç tüketimini içerir.







Aktif mod esnasında güç tüketimi, $SEER_{on}$'un hesaplanmasından elde edilir. $SEER_{on}$'un belirlenmesi için, Madde 4.3.4'e bakılmalıdır.

$$Q_{CE} = \frac{Q_C}{SEER_{on}} + H_{TO} + P_{TO} + H_{SB} + P_{SB} + H_{CK} + P_{CK} + H_{OFF} + P_{OFF} \quad (6)$$

Q_C: Referans yıllık soğutma talebi, kWh olarak ifade edilir,
H_{TO}, H_{SB}, H_{CK}, H_{OFF}: Ek A*'da belirtildiği gibi, sırasıyla termostat kapalı mod, hazırda bekleme modu, karter ısıtıcı modu ve kapalı modunda çalışması düşünülen ünitenin saatlerinin sayısı,
P_{TO}, P_{SB}, PC_K, P_{OFF}: kW olarak ifade edilen, sırasıyla termostat kapalı mod, hazırda bekleme modu, karter ısıtıcı modu ve kapalı modu esnasında elektrik tüketimidir.

4.3.4 Referans $SEER_{on}$'un Hesaplanması

Referans $SEER_{on}$ aşağıdaki gibi belirlenir:

$$SEER_{on} = \frac{\sum_{j=1}^{n} hj \times Pc(Tj)}{\sum_{j=1}^{n} hj\left(\frac{Pc(Tj)}{EERbin(Tj)}\right)} \quad (7)$$

Burada:

TJ	bin sıcaklığı,
j	bin sayısı,
n	bin miktarı,
Pc(Tj)	ilgili sıcaklık Tj için yapının soğutma talebi,
hj	ilgili sıcaklık Tj'de oluşan bin saatlerinin sayısı,
EER(Tj)	ilgili sıcaklık Tj için ünitenin EER değerleri,

dir.

Soğutma talebi Pc(Tj) her bir ilgili bin için kısmi yük oranı ile tam yük değeri ($P_{designc}$) çarpılarak belirlenebilir. Bu kısmi yük oranı % olarak aşağıdaki gibi hesaplanabilir:

$$\text{Kısmi yük oranı} = \frac{(Tj-16)}{(35-16)} \quad (8)$$

Her bir bin'de EER değerleri, kısmi yük koşulları A, B, C ve D'de EER değerlerinin enterpolasyonu yardımıyla belirlenir.

Kısmi yük koşulu A üzerindeki kısmi yük koşulları için, koşul A için olduğu gibi aynı EER değerleri kullanılır.
Kısmi yük koşulu D altındaki kısmi yük koşulları için, koşul D için olduğu gibi aynı EER değerleri kullanılır.

4.3.5 Kısmi Yük Koşulları B, C, D'de EERbin(Tj)'nin Belirlenmesi için Hesaplama Prosedürü

Kısmi yük koşulu A'da (tam yük), ünitenin beyan edilen kapasitesi soğutma yüküne eşit olarak dikkate alınır (Pdesignc).

Kısmi yük koşulları B, C ve D'de iki ihtimal olabilir:
- Ünitenin beyan edilen kapasitesi gerekli soğutma yükleri ile eşleşirse, ünitenin ilgili EERd değeri kullanılmalıdır. Bu durum, aşamalı veya değişken üniteler ile meydana gelebilir,
- Ünitenin beyan edilen kapasitesi gerekli soğutma yüklerinden daha yüksekse, ünite aç/kapat çevrimine sahiptir. Bu durum, sabit kapasiteli veya aşamalı veya değişken kapasiteli üniteler ile meydana gelebilir.

Bu gibi durumlarda, ayrıştırma faktörü (Cd veya Cc) ilgili EERbin(Tj) değerini hesaplamak için kullanılmalıdır. Bu gibi hesaplama aşağıda açıklanmıştır.

4.3.5.1 Havadan Havaya ve Sudan Havaya Üniteler

4.3.5.1.1 Sabit Kapasiteli Üniteler için Hesaplama Prosedürü

Her bir kısmi yük koşulları B, C ve D için, EER aşağıdaki gibi hesaplanır:

$$\mathrm{EERbin(Tj)} = \mathrm{EERd} \times (1 - \mathrm{Cd} \times (1 - \mathrm{CRu})) \qquad (9)$$

Burada:
EERd Kısmi yük koşulları B, C ve D için olduğu gibi aynı sıcaklık koşullarında ünitenin beyan edilen kapasitesi (Pd) ile ilgili EER,
Cd Ayrıştırma katsayısı,
CRu Kapasite oranıdır.

Kapasite oranı, aynı sıcaklık koşullarında ünitenin beyan edilen kapasitesi (Pd) üzerinde soğutma talebinin (Pc) oranıdır.

Cd deney ile belirlenemediğinde, varsayılan ayrıştırma katsayısı Cd, 0,25 olmalıdır.

4.3.5.1.2 Aşamalı ve Değişken Kapasiteli Üniteler için Hesaplama Prosedürü

Gerekli soğutma yüküne ulaşmak için ünitenin kapasite kontrolünün en yakın adımsal veya oransal artışında EERbin(Tj) ve beyan edilen kapasitesi belirlenmelidir. Bu adım ± % 10'u içerisinde gerekli soğutma yüküne ulaşmasına müsaade etmiyorsa (9 kW gerekli soğutma yükü için 9,9 kW ile 8,1 kW arasındaki gibi), gerekli soğutma yükünün taraflarının birinde adımlar için tanımlanmış kısmi yük sıcaklıklarındaki kapasitesi ve EERbin(Tj) belirlenmelidir. Gerekli soğutma yükünde kısmi yük kapasitesi ve EERbin(Tj), buradaki iki adımdan elde edilen sonuçlar arasında lineer enterpolasyon ile belirlenir.

Ünitenin en küçük kontrol adımı, gerekli soğutma yükünden daha yüksekse, gerekli kısmi yük oranında EERbin(Tj) sabit kapasiteli üniteler için olduğu gibi Eşitlik (9) kullanılarak hesaplanır.

4.4 Referans SCOP ve Referans $\mathrm{SCOP}_{\mathrm{on}}$ için Hesaplama Yöntemleri

4.4.1 Referans SCOP Hesaplanması için Genel Eşitlik

Referans SCOP, referans yıllık ısıtma talebinin yıllık elektrik tüketimine bölünmesi ile tanımlanır.

$$\mathrm{SCOP} = \frac{Q_{\mathrm{H}}}{Q_{\mathrm{HE}}} \qquad (10)$$

Burada:
Q_H referans yıllık ısıtma talebi, kWh olarak ifade edilir,
Q_{HE} yıllık elektrik tüketimi, kWh olarak ifade edilir.

4.4.2 Referans Yıllık Isıtma Talebinin (Q_H) Hesaplanması

Referans yıllık ısıtma talebi kWh olarak ifade edilir ve aşağıdaki gibi hesaplanabilir:
Eşdeğer ısıtma saatlerinin (H_{HE}) sayısı ile ısıtmadaki tam yük ($P_{designH}$) çarpılır.

$$Q_H = P_{designh} \times H_{HE} \quad (11)$$

H_{HE} değeri Ecodesign 2016/2281'e göre ortalama ve sıcak iklim bölgesi için **1.400 saat**, soğuk iklim bölgesi için **2.100 saat** alınmalıdır.

4.4.3 Referans Yıllık Elektrik Tüketiminin (Q_{HE}) Hesaplanması

Yıllık elektrik tüketimi, aşağıdaki eşitliğiesas alan aktif mod, termostat kapalı mod, hazırda bekleme modu, kapalı modu ve karter ısıtıcı modu boyunca güç tüketimini içerir:







$$Q_{HE} = \frac{Q_H}{SCOP_{on}} + H_{TO} + P_{TO} + H_{SB} + P_{SB} + H_{CK} + P_{CK} + H_{OFF} + P_{OFF} \quad (12)$$

Burada:
Aktif mod esnasında güç tüketimi SCOPon'un hesaplanmasından elde edilir; SCOPon'un belirlenmesi için; Madde 4.4.4'e bakılmalıdır.
Q_H referans yıllık ısıtma talebi, kWh olarak ifade edilir,
H_{TO}, H_{SB}, H_{CK}, H_{OFF} Ek A*'da tanımlandığı gibi sırasıyla termostat kapalı mod, hazırda bekleme modu, karter ısıtıcı modu ve kapalımodunda çalışması düşünülen ünitenin saatlerinin sayısı,
P_{TO}, P_{SB}, P_{CK}, P_{OFF} kW olarak ifade edilen, sırasıyla termostat kapalı mod, hazırda bekleme modu, karter ısıtıcı modu ve kapalı modu esnasında elektrik tüketimi.

4.4.4 Referans $SCOP_{on}$ 'un Hesaplanması

Referans $SCOP_{on}$ aşağıdaki gibi belirlenir:

$$SCOP_{on} = \frac{\sum_{j=1}^{n} hj \cdot Ph(Tj)}{\sum_{j=1}^{n} hj \cdot \left(\frac{Ph(Tj) - elbu(Tj)}{COPbin(Tj)} + elbu(Tj) \right)} \quad (13)$$

Burada:
TJ bin sıcaklığı,
j bin sayısı,
n bin miktarı,

Ph(Tj) ilgili sıcaklık Tj için yapının ısıtma talebi, kW olarak ifade edilir,

hj ilgili sıcaklık Tj'de oluşan bin saatlerinin sayısı,
COPbin(Tj) İlgili sıcaklık Tj için ünitenin COP değerleri,

elbu(Tj) İlgili sıcaklık Tj için elektrikli yedek ısıtıcının gerekli kapasitesi, kW olarak ifade edilir.

Isıtma talebi Ph(Tj) her bir ilgili bin için kısmi yük oranı ile tam yük değeri (Pdesignh) çarpılarak belirlenebilir.

Bu kısmi yük oranı aşağıdaki gibi hesaplanabilir:
- Ortalama iklim için: Kısmi yük oranı =% (Tj-16) / (-10-16),
- Sıcak iklim için: Kısmi yük oranı = % (Tj-16) / (+2-16),
- Soğuk iklim için: Kısmi yük oranı = % (Tj-16) / (-22-16).

Her bir bin'de COPbin(Tj) değerleri ve kapasite değerleri, uygulanabilir olduğu yerde kısmi yük koşulları A, B, C, D, E, F ve G'de COPbin(Tj) ve kapasite değerlerinin enterpolasyonu yardımıyla belirlenir. Enterpolasyon COPbin(Tj)'ler ile 2 en yakın kısmi yük koşullarının kapasiteleri arasında yapılır.
D üzerinde kısmi yük koşulları için kapasite değerleri ve COPbinTj değerleri kısmi yük koşulları C ve D'de kapasite değerleri ve COPbin(Tj) değerlerinden ekstrapolasyon ile elde edilir.

4.4.5 Kısmi Yük Koşulları A, B, C, D'de COPbin(Tj) Değerlerinin Belirlenmesi için Hesaplama Yöntemi

Kısmi yük koşulu A, B, C ve D'de iki ihtimal olabilir:
- Ünitenin beyan edilen kapasitesi gerekli ısıtma talepleri ile eşleşir veya daha düşükse, ünitenin ilgili COPd değeri kullanılmalıdır,
- Ünitenin beyan edilen kapasitesi gerekli ısıtma talebinden daha yüksekse, COPbin(Tj); ünitenin kapasite kontrolüne bağlı olan aşağıdaki hesaplama yöntemlerine göre hesaplanmalıdır.

4.4.5.1 Havadan Havaya, Tuzlu Sudan Havaya ve Sudan Havaya Üniteler

4.4.5.1.1 Sabit Kapasiteli Üniteler için Hesaplama Yöntemi

Kapasite oranının 1'den daha düşük olduğu yerdeki kısmi yük koşulları A, B, C ve D için, COPbin(Tj) aşağıdaki gibi hesaplanır:

$$\mathrm{COPbin(Tj)} = \mathrm{COPd} \times (1 - \mathrm{Cd} \times (1 - \mathrm{CRu})) \tag{15}$$

Burada:
COPd Kısmi yük koşulları A, B, C, D, E, F ve G için olduğu gibi aynı sıcaklık koşullarında ünitenin beyan edilen kapasitesi (Pd) ile ilgili COP,
Cd Ayrıştırma katsayısı,
CRu Kapasite oranıdır.

Kapasite oranı, aynı sıcaklık koşullarında ünitenin beyan edilen kapasitesi (Pd) üzerinde ısıtma talebinin (Ph) oranıdır.

Cd deney ile belirlenemediğinde, varsayılan ayrıştırma katsayısı Cd, 0,25 olmalıdır.

4.4.5.1.2 Aşamalı ve Değişken Kapasiteli Üniteler için Hesaplama Prosedürü

Gerekli ısıtma yüküne ulaşmak için ünitenin kapasite kontrolünün en yakın adımsal veya oransal artışında COPbin(Tj) ve beyan edilen kapasitesi belirlenmelidir. Bu adım ± % 10'u içerisinde gerekli ısıtma yüküne ulaşmasına müsaade etmiyorsa (9 kW gerekli ısıtma yükü için 9,9 kW ile 8,1 kW arasındaki gibi), gerekli ısıtma yükünün taraflarının birinde adımlar için tanımlanmış kısmi yük sıcaklıklarındaki kapasitesi ve COPbin(Tj) belirlenmelidir. Gerekli ısıtma yükünde kısmi yük kapasitesi ve COPbin(Tj), buradaki iki adımdan elde edilen sonuçlar arasında lineer enterpolasyon ile belirlenir.

ÖRNEK SEER HESAPLAMA (TS EN 14825)

B.1 SEERon hesaplanması

- Tdesignc : 35 °C
- Tam yük (Pdesignc) : 3,5 kW
- Tdesignc'de beyan edilen kapasite : 3,5 kW

Madde 4.2'de yer alan Çizelge 2'den; kısmi yük oranları, dış ortam ısı değiştirici ve iç ortam ısı değiştirici koşulları belirlenebilir.

Çizelge B.1 - SEER için veri

	Dış ortam havası °C	Kısmi yük oranı %	Kısmi yük kW	Beyan edilen kapasite (Pdc) kW	Beyan edilen kapasitede EER (EERd)	Cd	CRu [a]	Kısmi yükte EER (EERbin(Tj)) (Eşitlik (6))
A	35	100	3,5	3,5	3	0,25	1	**3**
B	30	74	2,58	2,58	3,5	0,25	1	**3,5**
C	25	47	1,66	1,95	4	0,25	0,85	**3,85**
D	20	21	0,74	2,03	4,5	0,25	0,36	**3,78**

[a] CRu = Beyan edilen kapasite ile bölünen kısmi yük.

Koyu yazılan değerler, BIN hesaplamasında giriş yürütme değerleridir ve bu değerler aşağıdaki Çizelgede belirtildiği gibi Madde 6.3'e göre ekstrapolasyon veya enterpolasyonla elde edilmiş değerlerdir.

Çizelge B.2 - SEERon için hesaplanan BIN

	Bin j	Dış ortam sıcaklığı T_j °C	Saatler h_j h	Soğutma yükü Pc(Tj) kW	EERbin(Tj)	Yıllık soğutma talebi $h_j \times Pc(Tj)$ kWh	Yıllık enerji girişi $h_j \times (Pc_{(Tj)}/EER(Tj))$ kWh
	1	17	205	0,18	3,78	38	10
	2	18	227	0,37	3,78	84	22
	3	19	225	0,55	3,78	124	33
D	4	20	225	0,74	**3,78**	166	44
	5	21	216	0,92	3,79	199	52
	6	22	215	1,11	3,81	238	62
	7	23	218	1,29	3,82	281	74
	8	24	197	1,47	3,84	290	76
C	9	25	178	1,66	**3,85**	295	77
	10	26	158	1,84	3,78	291	77
	11	27	137	2,03	3,71	278	75
	12	28	109	2,21	3,64	241	66
	13	29	88	2,39	3,57	211	59
B	14	30	63	2,58	**3,5**	162	46
	15	31	39	2,76	3,40	108	32
	16	32	31	2,95	3,30	91	28
	17	33	24	3,13	3,20	75	23
	18	34	17	3,32	3,10	56	18
A	19	35	13	3,50	**3,00**	46	15
	20	36	9	3,68	3,00	33	11
	21	37	4	3,87	3,00	15	5
	22	38	3	4,05	3,00	12	4
	23	39	1	4,24	3,00	4	1
	24	40	0	4,42	3,00	0	0
					Σ ⟹	3 339	911

SEERon (Eşitlik (4)) 3,67

B.2 SEER'in hesaplanması

B.2.1 Eşitlik (2)'ye göre referans yıllık soğutma talebi (QC)'nin hesaplanması

Pdesignc = 3,5 kW (Madde B.1'e atıf)

H_{CE} = 350 h (Ek D'ye atıf)

Q_C = Pdesignc × H_C = 1225 kWh

B.2.2 Eşitlik (1)'e göre referans SEER'in hesaplanması

Çizelge A.3 ve Çizelge A.4'ten H_{TO}, H_{SB}, H_{CK} ve H_{OFF}için değerler kullanılır.

Giriş (Termostat kapalı) = P_{TO}× H_{TO} = 0,049 kW × 221 h = 10,83 kWh

Giriş (Hazırda bekleme) = P_{SB}× H_{SB} = 0,013 kW × 2142 h = 27,85 kWh

Giriş (CK) = P_{CK}× H_{CK} = 0,0 kW × 2672 h = 0 kWh

Giriş (Kapalı) = P_{OFF}× H_{OFF} = 0 kW × 0 h = 0 kWh

SEER	**= 1225/((1225/3,67) + 10,83 + 27,85 + 0 + 0) = 3,29**

ÖZET

Tam yük hesabında;
- Sadece 35 °C ve 7 °C'deki verim dikkate alınmaktadır.

Sezonsal verimlilik hesabında;
- Tüm mevsim boyunca farklı sıcaklık ve yüklere göre
- Cihazın sadece aktif değil pasif durumda iken de çektiği güçlere göre
- Farklı iklim bölgelerine göre (ısıtma)
- Parsiyel yüklere erişebilme hassasiyetine göre EER düzenlemesi

yapılmaktadır.

SONUÇ

Çatı tipi klimalar için minimum sezonsal verimlilik değerleri 2018 ve 2021 yılı başlarında kademeli olarak Avrupa'da yürürlüğe girecektir. Ülkemizde ise henüz bu konuda bir yönetmelik hazır olmamasına rağmen yakın zamanda Türkiye'de de bu yasanın yürürlüğe gireceği öngörülmektedir. Yeni sezonsal verimlilik hesabı ile cihazların sadece tam yükteki verimlilikleri değil tüm yıl boyunca verimlilikleri dikkate alınarak hesaplamalar yapılacak böylece tüketiciler için daha bilinçli satınalma yapabilme imkanı doğacaktır.

KAYNAKLAR

[1] EN 14511, "Mekan Isıtma ve soğutma İçin Elektrikle Tahrik Edilen Kompresör ile Çalışan İklimlendirme Cihazları, Sıvı Soğutma Paketleri ve Isı Pompaları", 2015.
[2] COMMISSION REGULATION (EU) NO 327/2011, "Implementing Directive 2009/125/EC of the European Parliament and of the Council with regard to Ecodesign Requirements for Fans Driven by Motors with an Electric Input Power Between 125 W and 500 kW", 2011
[3] EN 14825, "Mekan Isıtma ve Soğutma için Elektrikle Tahrik Edilen Kompresörle ile Çalışan İklimlendirme Cihazları, Sıvı Soğutma Paketleri ve Isı Pompaları - Kısmi Yük Koşullarında Değerlendirme ve Deney ile Mevsimsel Performansın Hesaplanması", 2016.
[4] TUNCAY, E., "Çatı Tipi Klimaların Çalışma Prensibi", Alarko Carrier Teknik Bülteni, 2005.
[5] ECODESIGN WORKING DOCUMENT, "Possible Requirements for Air Heating Products, Cooling Products and High Temperature Process Chillers", 2016.